Índice

- Estática I: fuerzas y primera condición de equilibrio.....5
- Estática II: equilibrio con fuerzas no paralela.....19
- Estática III: fuerza de razonamiento.....29
- Estática IV: momento de una fuerza.....40
- Dinámica rectilínea.....51
- Dinámica circunferencial.....61
- Trabajo mecánico.....72
- Energía mecánica.....83
- Relación trabajo – energía.....94
- Fenómenos térmicos I.....104
- Cambio de fase.....113
- Presión y presión hidrostática.....121
- Hidrostática II: fuerza de empuje.....131
- Fuerza eléctrica.....141
- Campo eléctrico.....151
- Potencial eléctrico.....161
- Corriente eléctrica.....170
- Asociación de resistores.....179
- Circuitos eléctricos simples.....190
- Magnetismo.....201
- Fuerza magnética.....214
- Reflexión de la luz.....224
- Refracción de la luz.....237

ESTÁTICA I: FUERZAS Y PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

CAPÍTULO 1

Aprendizajes esperados

- Identifica los tipos de fuerzas realizando un DCL.
- Conoce y entiende la primera condición de equilibrio.

Helicocuriosidades

… Podríamos maltratar a un genio

George Wetinghouse

Sus profesores lo tildaron de "lerdo, lento y poco práctico", y hubo de retirarse de la universidad. A pesar de este comienzo poco favorable, antes de los veinte años había patentado el motor rotatorio de vapor. Su siguiente invento, una máquina para encarrilar trenes descarrilados, fue adquirida por casi todas las compañías ferroviarias de los Estados Unidos. Antes de que su vida creativa tocase su fin, este hombre había patentado cerca de cuatrocientos inventos, de paso creando un imperio industrial que pocos han igualado.

Aunque quedó confinado a una silla de ruedas al final de su vida, siguió inventando, movilizándose en ella para supervisar sus diversos proyectos. Murió rodeado de los bosquejos de su postrer proyecto, el diseño de una silla de ruedas motorizada.

Este hombre supuestamente "lerdo y poco práctico" se llamaba George Wetinghouse. Rehusó aceptar las opiniones negativas que tenían quienes lo rodeaban y se convirtió en uno de los hombres más ricos y creativos de la Edad Moderna. Espero que cada cual decida creer en sí mismo y se esfuerce por lograr sus metas aunque los demás emitan opiniones negativas acerca de sus habilidades.

Responde.

1. Es bueno calificar a las personas.

_____

2. ¿Qué hizo sobre las opiniones negativas?

_____

Helicoteoría

FUERZAS Y PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

¿Qué es la estática?

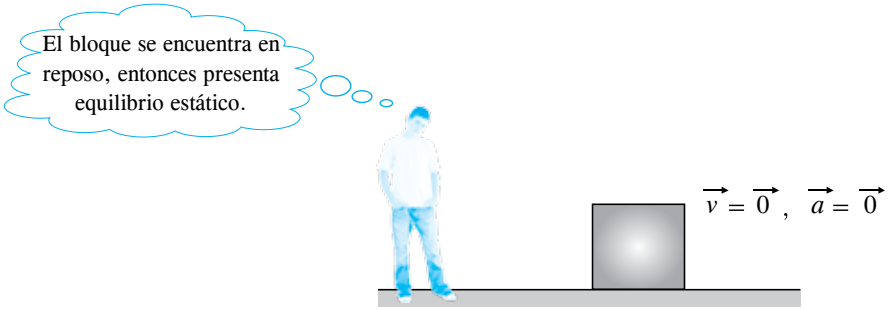
Es parte de la mecánica, cuyo objetivo es conocer las condiciones que deben de cumplir las fuerzas aplicadas a un cuerpo o sistema para lograr el equilibrio mecánico del mismo.

De acuerdo a lo anterior debemos de conocer dos conceptos fundamentales para entender este capítulo y nos referimos al equilibrio mecánico y a la fuerza.

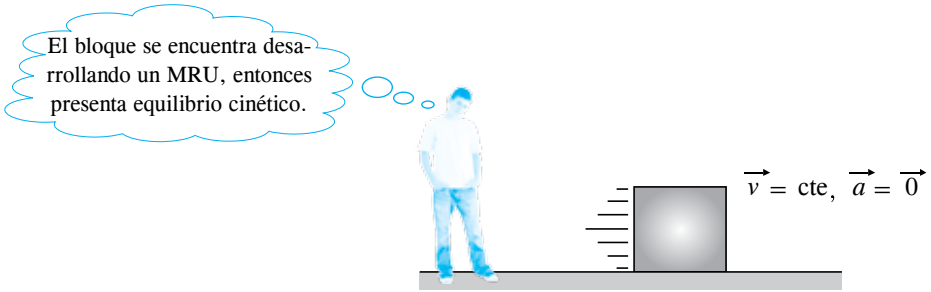
¿Qué es el equilibrio mecánico?

Es aquel estado mecánico, en donde un cuerpo o sistema se encuentra en **REPOSO** ($\vec{v} = \vec{0}$) o que esté desarrollando un **MRU** ($\vec{v}$ = cte); en ambos casos la aceleración es cero ($\vec{a} = \vec{0}$), por tanto podemos diferenciar dos tipos de equilibrio mecánico que son

Equilibrio estático: Cuando el cuerpo se encuentra en reposo ($\vec{v} = \vec{0}$).



Equilibrio cinético: Cuando el cuerpo desarrolla un movimiento rectilíneo uniforme ($\vec{v}$ = cte).

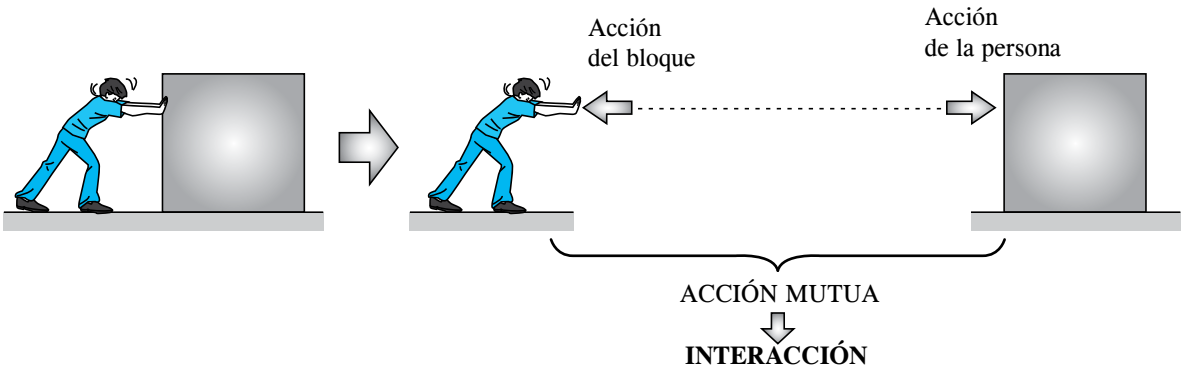


¿Qué es la fuerza y cómo surge?

Para responder esta pregunta consideremos la siguiente situación, en la cual una persona empuja al bloque; si esta persona fueras tú, te darás cuenta que realizas un esfuerzo muscular al empujar con tus manos el bloque y que este a su vez te sostiene a ti, de lo contrario te caerías.

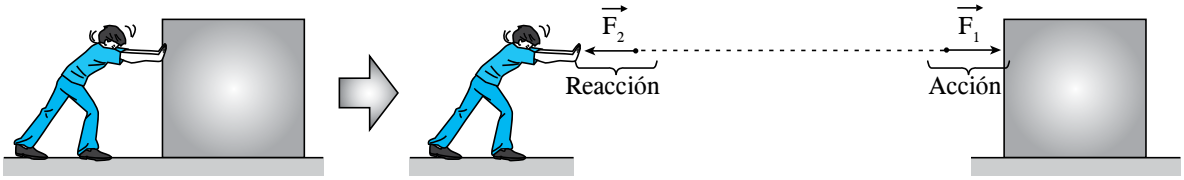
De esta situación podemos indicar que entre tú y el bloque se ejercen una influencia mutua ya que tus manos actúan sobre el bloque y recíprocamente el bloque actúa sobre tus manos.

A esta influencia o acción mutua entre la persona y el bloque se denomina interacción; para comprender de una mejor manera lo que ocurre se realiza una "separación imaginaria de los cuerpos" que interactúan.



Para caracterizar la interacción usaremos una magnitud vectorial denominada fuerza ($\vec{F}$) cuya unidad de medida en el SI es el newton (N).

Representación de una interacción por medio de las fuerzas.



$\vec{F}_1$: fuerza de la persona sobre el bloque

$\vec{F}_2$: fuerza del bloque sobre la persona

Nota

Tercera ley de Newton

En toda interacción, la fuerza surge de a dos o en pareja, a los cuales se les denominan: fuerza de acción y fuerza de reacción, siendo ambas de igual módulo, direcciones y aplicable a cuerpos distintos.

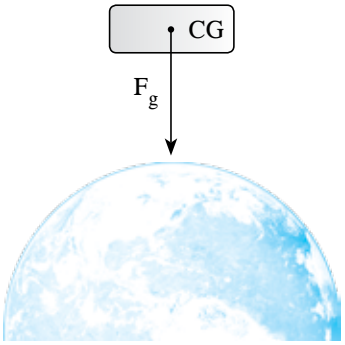
Fuerzas más usuales

Son aquellas que emplearemos frecuentemente en este y otros capítulos, y entre ellas tenemos

- **Fuerza de gravedad $\vec{F}_g$:** Es aquella con la cual la Tierra atrae a todos los cuerpos en sus inmediaciones. Se considera concentrada en un punto denominado **centro de gravedad** (CG) y está dirigido hacia el centro de la Tierra.

  El módulo de la fuerza de gravedad que ejerce la Tierra sobre un cuerpo, se determina con

$$F_g = mg$$



siendo

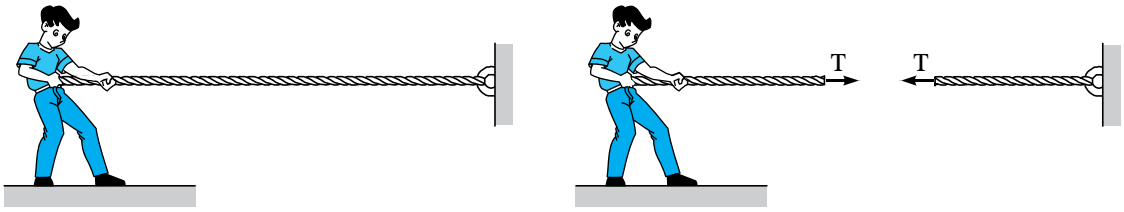
m: masa del cuerpo; se expresa en kilogramos: kg

g : aceleración de la gravedad terrestre: 9,8 m/s^2

⇒ La fuerza de gravedad se expresa en newtons: N.

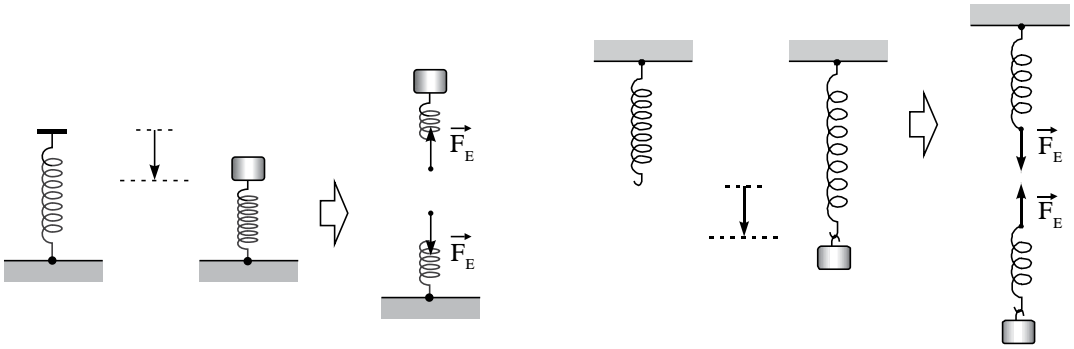
- **Fuerza de tensión ($\vec{T}$):** Es aquella que surge en el interior de los hilos, cuerdas, cables, cuando estos son estirados, y se manifiestan como una resistencia u oposición a que estos cuerpos sean estirados.

  Para poder graficar al vector que representa a la fuerza de tensión, se debe realizar un corte imaginario en la cuerda.



- **Fuerza elástica ($\vec{F}_E$):** Es aquella que surge en el interior de los resortes, cuando estos son estirados o comprimidos; esta fuerza se manifiesta como una oposición a que el resorte sea deformado; al igual que la fuerza de tensión para representarla se debe hacer un corte imaginario.

  - Comprimiendo al resorte
  - Estirando al resorte



El módulo de la fuerza elástica, se determina con

$$F_E = k\,x$$

siendo

x : deformación que experimenta el resorte; se expresa en metros (m) o en centímetros (cm).

k : rigidez del resorte; se expresa en N/m o N/cm.

F_E : módulo de la fuerza elástica; se expresa en newtons (N).

Diagrama de cuerpo libre (DCL)

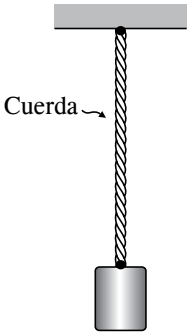
Es aquel gráfico en donde se representan todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo o sistema de cuerpos que se van a analizar.

Para realizar un buen diagrama de cuerpo libre es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se representa la fuerza de gravedad del cuerpo que se está analizando, con un vector aplicado en su centro de gravedad y dirigido hacia el centro de la Tierra.
- Si el cuerpo está ligado a cuerdas, hilos o cables; se graficará el vector que representa a la fuerza de tensión, en dirección opuesta al estiramiento de la cuerda, hilo o cable.
- Si el cuerpo estuviese ligado a resortes; se graficará al vector que representa a la fuerza elástica, en dirección opuesta a la deformación que experimenta el resorte.

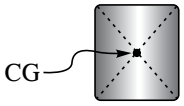
Ejemplo

Realice el diagrama de cuerpo libre del bloque homogéneo.

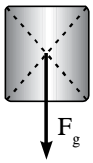


Resolución

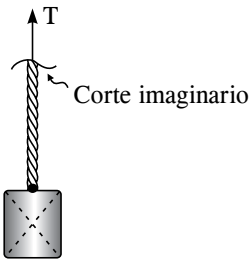
Aislando al bloque; ya que de él, haremos el DCL.



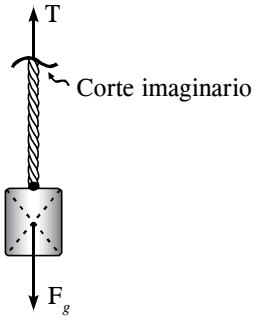
Ahora graficaremos la fuerza de gravedad del bloque. ¿Dónde está aplicado el vector que representa a esta fuerza?



Como el bloque está ligado a una cuerda, graficaremos a la fuerza de tensión. ¿Qué dirección tiene el vector que representa a la fuerza de tensión?



El DCL del bloque es



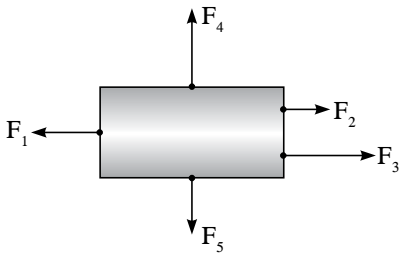
Equilibrio mecánico

En la práctica encontramos cuerpos que se encuentran en reposo ($\vec{v} = \vec{0}$) o desarrollando un movimiento rectilíneo uniforme ($\vec{v}$ = cte) en ambos casos se encuentra en equilibrio, para lo cual el cuerpo puede encontrarse afectado a fuerzas paralelas o no paralelas. En este capítulo conoceremos

Primera condición de equilibrio "Todo, cuerpo en equilibrio mecánico de traslación experimenta en su DCL la fuerza resultante cero ($\vec{F}_R = \vec{0}$)".

- Para fuerzas paralelas

  Si un cuerpo se encuentra en reposo ($\vec{v} = \vec{0}$) debido a un grupo de fuerzas paralelas, tal como se indican, se cumple que



$\Sigma F(\rightarrow) = \Sigma F(\leftarrow)$

$\Sigma F(\uparrow) = \Sigma F(\downarrow)$

Para resolver problemas de estática, aplicando este criterio denominado primera condición de equilibrio, se sugiere realizar los siguientes pasos:

1.er Paso: Realizar el diagrama de cuerpo libre del cuerpo que se está analizando, para identificar el número de fuerzas que actúan sobre el cuerpo, así como también la dirección de las mismas.

2.º Paso: Aplicar la primera condición de equilibrio, ya sea en la dirección horizontal o vertical, según el DCL que se ha realizado, para determinar la incógnita pedida.

Helicosíntesis

FUERZA: PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Interacción mecánica

Fuerza

MEDIDA DE LA INTERACCIÓN

Tipos

- Fuerza de gravedad
- Fuerza de tensión
- Fuerza elástica
- Fuerza normal

Tercera ley de Newton

TODA FUERZA SURGE COMO ACCIÓN Y REACCIÓN

Equilibrio mecánico

- Reposo
- Velocidad constante

Primera condición de equilibrio

LA SUMATORIA DE TODAS LAS FUERZAS ES NULA

Problemas resueltos

1. Sobre todos nosotros actúa una fuerza que denominamos fuerza de gravedad. ¿Dónde está aplicada su pareja de acción y reacción?

(Olimpiada Universidad de la Mancha-España)

A) Sobre cada uno de nosotros.

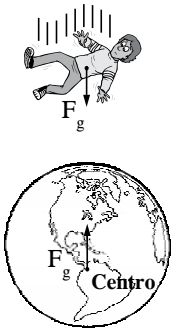
B) No tiene pareja.

C) Sobre la Tierra.

D) No existe.

E) Sobre la Luna.

Resolución



"Toda fuerza se crea en pareja, una de acción y otra de reacción, ambas de igual valor, opuestas y aplicada en cuerpos distintos" (ley de acción y reacción).

"La pareja de la fuerza sobre nosotros" actúa en la Tierra.

Rpta.: Sobre la Tierra.

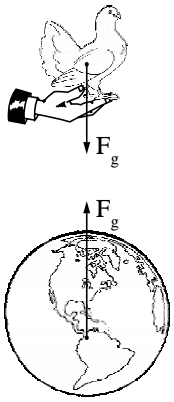
2. Un niño sujeta un pájaro con su mano. La fuerza de reacción a la fuerza de gravedad del pájaro es la fuerza (Olimpiada Universidad de la Mancha-España)

A) del pájaro sobre la Tierra.

B) de la Tierra sobre el pájaro.

C) de la mano sobre el pájaro.

Resolución



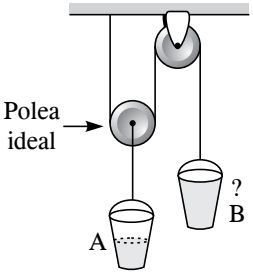
La fuerza de gravedad es ejercida por la Tierra sobre los cuerpos que interaccionan con ella.

Por tanto, una está en la Tierra y su pareja en el cuerpo al cual atrae, en este caso el pájaro.

Rpta.: del pájaro sobre la Tierra.

3. Si en el recipiente A de la situación mostrada en la figura se encuentra una masa m de agua, para mantener el conjunto en equilibrio, en el recipiente B debe haber otra masa de agua igual a

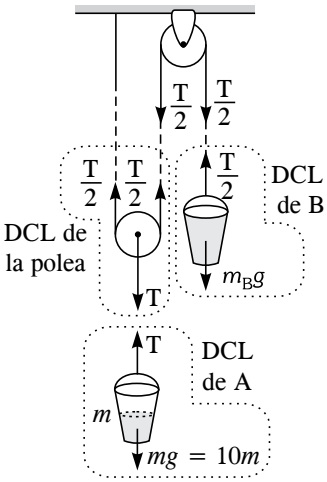
(XIX Olimpiada de Física-Colombia)



A) $4m$ B) $2m$ C) $\frac{m}{2}$

D) $5m$ E) $3m$

Resolución



Del DCL de B, aplicamos la primera condición de equilibrio

$$\frac{T}{2} = m_B g \quad \ldots \quad \text{(I)}$$

Análogamente, en el DCL de A

$$T = mg \quad \ldots \quad \text{(II)}$$

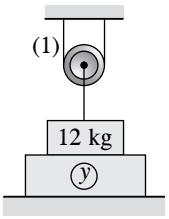
Haciendo (II) en (I)

$$\frac{m\cancel{g}}{2} = m_B\cancel{g}$$

$$\therefore\ m_B = \frac{m}{2}$$

Rpta.: $\frac{m}{2}$

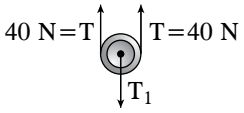
4. Determine la lectura de la balanza si el módulo de la tensión en (1) es 40 N. (La polea es ingrávida, $g = 10\ m/s^2$).



Resolución

Para la polea ingrávida.

DCL (polea)

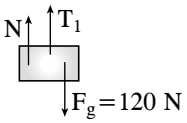


Equilibrio:

$$T_1 = 80\ N$$

DCL (bloque)

Normal N: medida de la balanza



Equilibrio

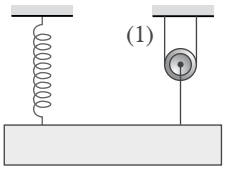
$$T_1 + N = 120\ N$$

$$80\ N + N = 120\ N$$

$$N = 40\ N$$

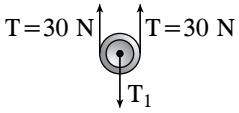
Rpta.: 40 N

5. El bloque de 80 kg está en equilibrio. Determine la deformación del resorte de rigidez 37 N/cm si el módulo de la tensión en la cuerda (1) es 30 N. (La polea es ingrávida).



Resolución

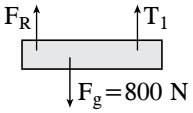
DCL (polea)



Equilibrio: $T_1 = 60\ N$

DCL (bloque)

F_R : fuerza resorte



Equilibrio

$$F_R + T_1 = 800\ N$$

$$F_R + 60\ N = 800\ N$$

$$F_R = 740\ N$$

Por la ley de Hooke

$$F_R = kx$$

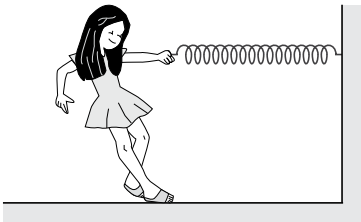
$$\cancel{740} = \cancel{37} \cdot x$$

$$x = 20\ cm$$

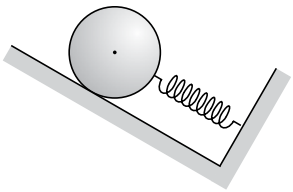
Rpta.: 20 cm

Helicopráctica

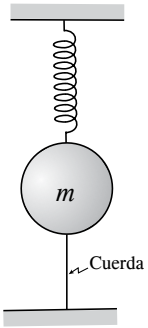
1. Grafique las fuerzas (acción y reacción) entre la mano de la niña y el resorte.



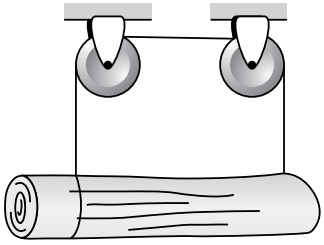
2. Realice el DCL de la esfera lisa.



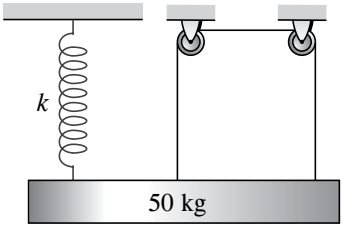
3. Si la fuerza del resorte es de 40 N sobre el bloque de 1 kg, determine el módulo de la tensión de la cuerda.



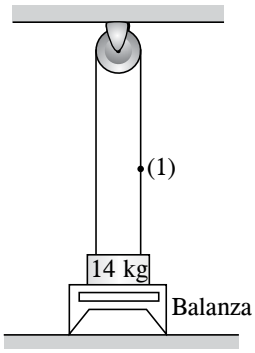
4. Determine el módulo de la tensión en la cuerda para el equilibrio del tronco de 90 kg. ($g = 10$ m/s^2)



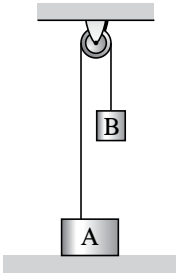
5. El bloque de 50 kg está en equilibrio. Determine la deformación del resorte de rigidez $k = 100$ N/cm si el módulo de la tensión en la cuerda es 150 N.



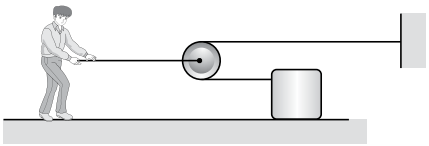
6. Determine la lectura de la balanza para el equilibrio si el módulo de la tensión en (1) es 50 N y la polea es ideal. ($g = 10$ m/s^2)

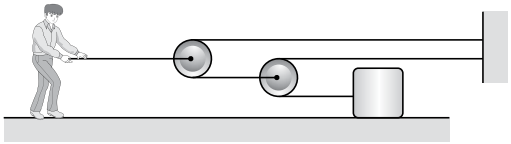


7. Determine el módulo de la fuerza normal del piso si el sistema está en equilibrio. ($m_A = 20$ kg, $m_B = 2$ kg, $g = 10$ m/s^2)



8. Se tiene el sistema mostrado donde la persona jala la cuerda en forma lenta. Indique en cuál de los casos aplicará menos fuerza.





Helicotaller

Nivel I

1. Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa correcta.

a. En la naturaleza, todos los cuerpos están en equilibrio mecánico. ( )

b. Un cuerpo con MRU está en equilibrio mecánico. ( )

c. Un cuerpo que realiza un MRUV está en equilibrio. ( )

2. Con relación a la fuerza, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa correcta.

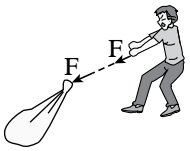
a. Es una magnitud vectorial. ( )

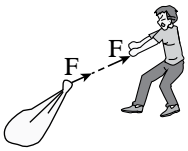
b. Mide la intensidad de las interacciones. ( )

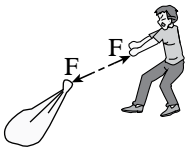
c. Surgen en parejas. ( )

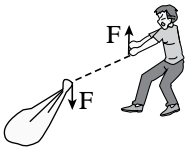
Nivel II

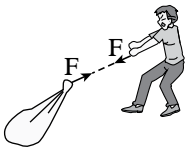
3. Grafique las fuerzas (acción y reacción) entre el muchacho y el paquete.

A) 

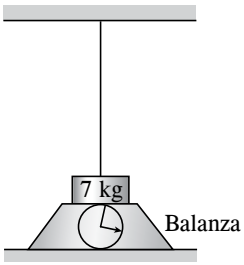
B) 

C) 

D) 

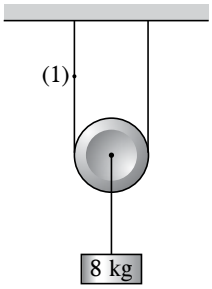
E) 

4. Realice el DCL del bloque y determine la lectura de la balanza si el módulo de la tensión en la cuerda es 40 N. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

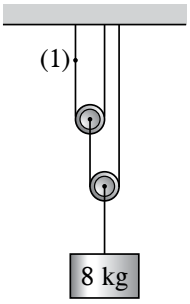
5. Determine el módulo de la tensión en la cuerda (1) si la polea es ideal. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

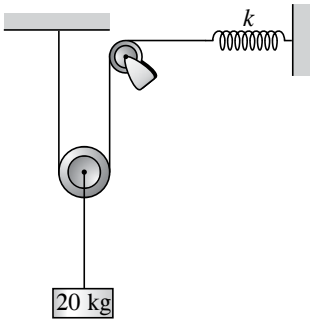
Nivel III

6. Determine el módulo de la tensión en la cuerda (1). (Considere poleas ideales, $g = 10\ m/s^2$).



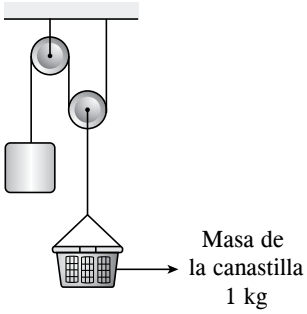
Resolución

7. Determine la deformación del resorte de rigidez $k = 50$ N/cm si la polea ideal está en equilibrio. ($g = 10\ m/s^2$)



Resolución

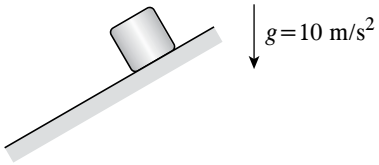
8. Se dice que un cuerpo está en equilibrio de traslación si el cuerpo está en reposo o tiene un movimiento rectilíneo uniforme. Para que el bloque de 2 kg se mantenga en la posición indicada, ¿qué masa debo colocar en la canastilla? (Polea ideal)



Resolución

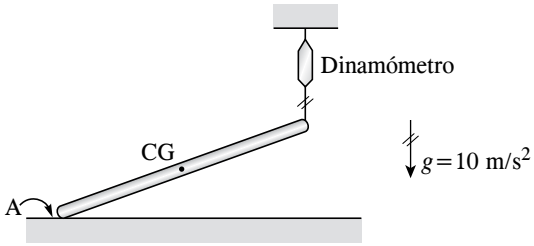
Helicodesafío

1. Si el bloque mostrado se encuentra en reposo sobre la superficie inclinada. Determine las fuerza de reacción del piso sobre el bloque de 4 kg.



A) $20\ \hat{j}N$ B) $-20\ \hat{j}N$ C) $40\ \hat{j}N$
D) $-40\ \hat{j}N$ E) $10\ \hat{j}N$

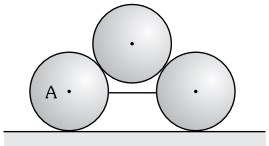
2. La barra mostrada en el gráfico se encuentra en equilibrio, el dinamómetro indica un valor que es la tercera parte del peso de la barra. Determine la fuerza que ejerce el piso sobre la barra en el punto A.

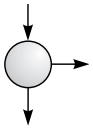
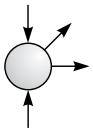


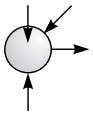
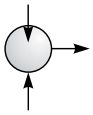
A) $mg\ \hat{j}N$ B) $\frac{1}{3}mg\ \hat{j}N$ C) $\frac{2}{3}mg\ \hat{j}N$
D) $\frac{4}{3}mg\ \hat{j}N$ E) $\frac{5}{3}mg\ \hat{j}N$

Helicorreto

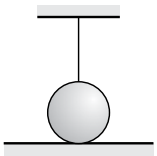
1. ¿Qué alternativa representa el DCL de la esfera A?

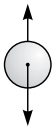
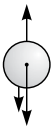


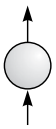
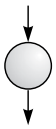
A)  B)  C)

D)  E) 

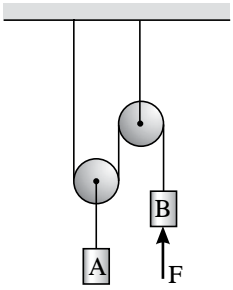
2. Si la cuerda está tensa, ¿qué alternativa representa el DCL de la esfera?



A)  B)  C)

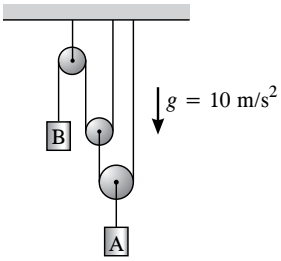
D)  E) 

3. En el sistema, determine el módulo de $\vec{F}$ para que el sistema esté en equilibrio. Considere a las poleas ideales.(W_A = 50 N, W_B = 30 N)



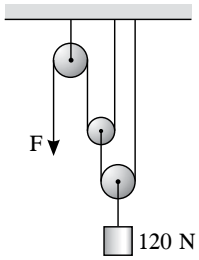
A) 1 N B) 2 N C) 3 N
D) 4 N E) 5 N

4. Si el sistema está en equilibrio, determine la masa de A si B tiene una masa 1 kg. Considere a las poleas ideales.



A) 1 kg B) 2 kg C) 3 kg
D) 4 kg E) 5 kg

5. ¿Cuál será el módulo de la fuerza $\vec{F}$ si el sistema está en equilibrio? Considere a las poleas ideales.

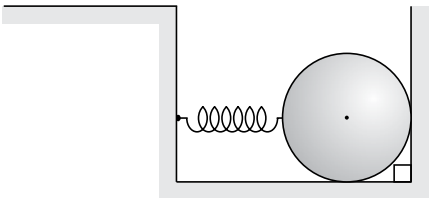


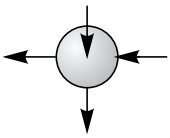
A) 120 N B) 80 N C) 60 N
D) 40 N E) 30 N

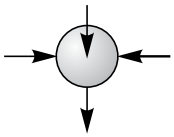
Helicotarea

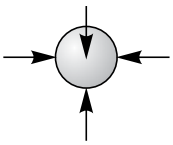
Nivel I

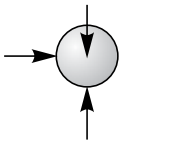
1. Realice el DCL de la esfera lisa.

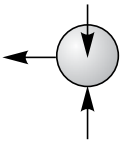


A) 

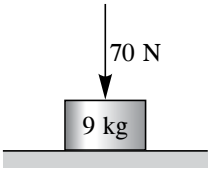
B) 

C) 

D) 

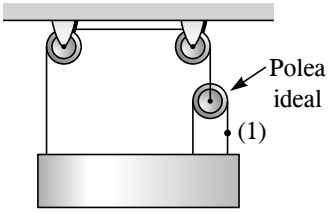
E) 

2. Si el bloque está en equilibrio, determine el módulo de la reacción del piso hacia el bloque. ($g = 10\ m/s^2$)



A) 20 N B) 70 N C) 90 N
D) 110 N E) 160 N

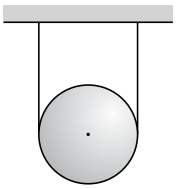
3. Determine el módulo de la tensión en la cuerda (1) si el bloque de 44 kg está en equilibrio. ($g = 10\ m/s^2$)

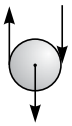


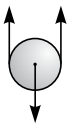
A) 440 N B) 220 N C) 110 N
D) 100 N E) 55 N

Nivel II

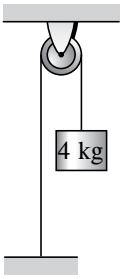
4. Realice el DCL de la esfera.



A)
B)
C) 

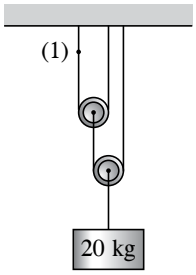
D)
E) 

5. Determine el módulo de la tensión en la cuerda si el sistema está en equilibrio. ($g = 10$ m/s^2)



A) 10 N B) 20 N C) 30 N
D) 40 N E) 50 N

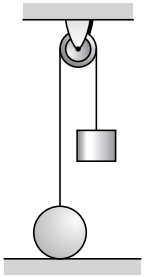
6. Determine el módulo de la tensión en la cuerda (1). (Considere que las poleas son ideales, $g = 10$ m/s^2).



A) 30 N B) 50 N C) 80 N
D) 130 N E) 150 N

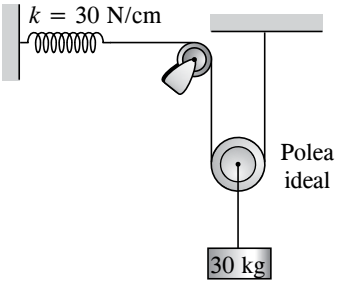
Nivel III

7. La figura muestra una esfera de 9 kg y un bloque de 5 kg. Determine el módulo de la reacción del piso sobre la esfera. ($g = 10$ m/s^2)



A) 50 N B) 30 N C) 10 N
D) 40 N E) 90 N

8. Determine la deformación del resorte. ($g = 10$ m/s^2)



A) 1 cm B) 2 cm C) 3 cm
D) 4 cm E) 5 cm

ESTÁTICA II: EQUILIBRIO CON FUERZAS NO PARALELAS

CAPÍTULO 2

Aprendizajes esperados

- Identifica mediante el DCL situaciones donde las fuerzas son no paralelas.
- Aplica la primera condición de equilibrio a través de un polígono de fuerzas.

Helicocuriosidades

Fisiletras

S	X	F	F	F	D	A	J	R	A	K	E	Y	X	V
D	L	G	E	D	R	E	P	O	S	O	R	U	F	E
E	A	E	L	F	F	F	S	R	G	D	E	I	U	L
S	G	F	Y	E	Q	N	A	A	H	S	L	J	E	O
S	F	D	Z	D	V	J	D	R	Y	D	E	U	R	C
N	U	E	F	D	E	K	H	T	T	E	Y	K	Z	I
G	E	A	S	A	L	I	J	F	K	D	D	L	A	T
F	R	L	D	S	O	L	N	U	L	S	E	O	R	A
N	Z	G	D	F	C	Ñ	K	E	I	A	A	P	E	D
M	A	E	C	U	I	P	D	R	R	I	C	L	S	D
G	D	R	B	E	D	U	E	Z	O	C	C	O	U	E
G	E	T	J	R	A	I	S	A	U	O	I	O	L	L
H	A	E	K	X	D	U	Q	D	E	L	O	A	T	E
J	C	N	L	A	C	I	L	E	S	P	N	R	A	Y
T	B	S	R	I	O	E	O	G	I	Ñ	Y	A	N	H
D	G	I	T	A	N	R	I	R	O	E	R	S	T	J
J	J	O	Q	F	S	T	P	A	L	R	E	D	E	G
A	M	N	A	E	T	S	T	V	P	T	A	T	N	U
C	L	A	A	R	A	Q	E	E	Ñ	Y	C	Y	U	I
C	Ñ	N	F	T	N	T	N	D	F	U	I	U	L	O
I	P	I	F	G	T	K	D	A	O	Y	O	I	A	P
O	Z	O	N	R	E	L	I	D	L	O	N	O	S	L

Encuentre las respuestas en el fisiletras.

1. Primera ley de Newton: L_____
2. Tercera ley de Newton: L_____
3. Magnitud que mide la intensidad de la interacción: F_____
4. Equilibrio estático: R_____
5. Equilibrio cinético: V_____
6. Primera condición de equilibrio: F_____
7. Fuerza que actúa en el centro de gravedad de los cuerpos: F_____
8. Fuerza que surge en las cuerdas: T_____

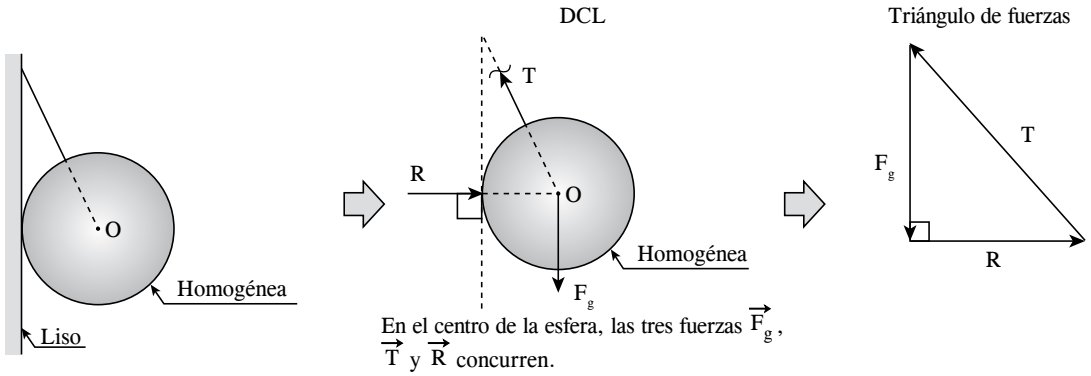
Helicoteoría

EQUILIBRIO DEBIDO A FUERZAS NO PARALELAS

Teorema de las tres fuerzas

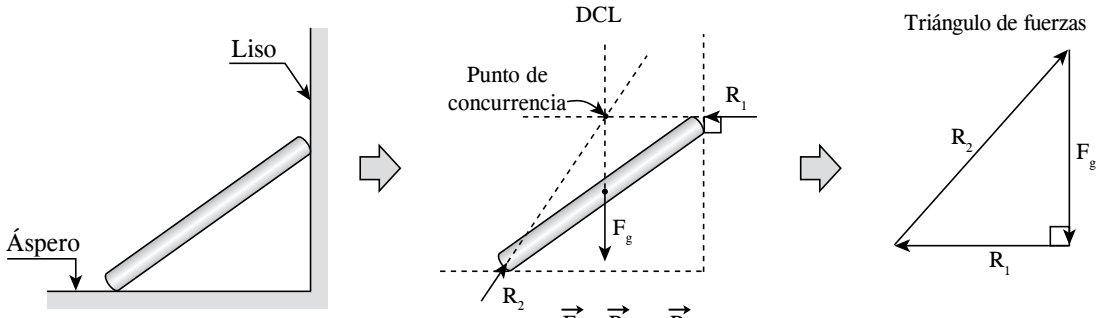
Este teorema establece que "Si un cuerpo está en reposo bajo tres fuerzas no paralelas estas necesariamente deben ser concurrentes. Esto quiere decir que las líneas de acción de las tres fuerzas se deben intersecar en un solo punto". Además con las fuerzas podemos formar un triángulo colocando las fuerzas una seguida de la otra.

1.



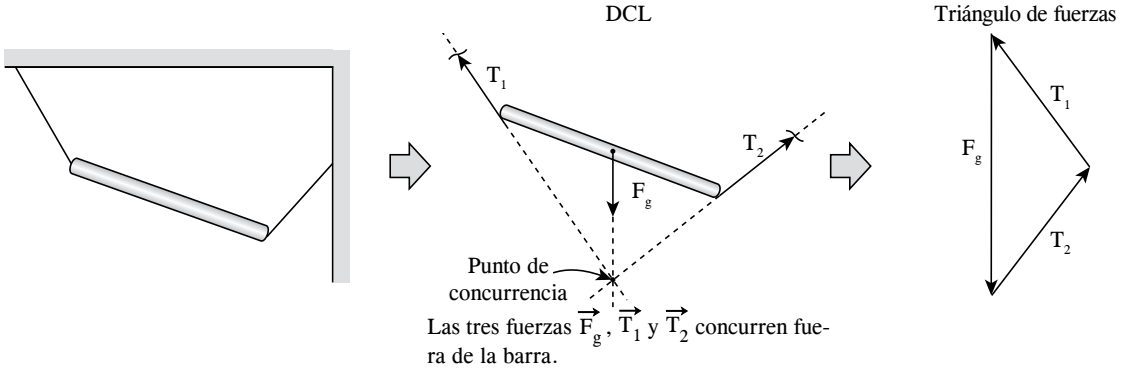
En el centro de la esfera, las tres fuerzas $\vec{F}_g$, $\vec{T}$ y $\vec{R}$ concurren.

2.



Las tres fuerzas $\vec{F}_g$, $\vec{R}_1$ y $\vec{R}_2$ concurren fuera de la barra.

3.



Las tres fuerzas $\vec{F}_g$, $\vec{T}_1$ y $\vec{T}_2$ concurren fuera de la barra.

Helicosíntesis

PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO: TRIÁNGULO DE FUERZAS

Tres fuerzas no paralelas

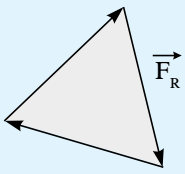
son

COPLANARES

también

CONCURRENTES

forman



Se aplicará

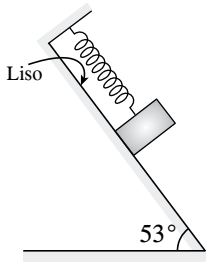
- Teoremas de Pitágoras
- Razones trigonométricas
- Semejanza de triángulos

se cumple

$\vec{F}_R = \vec{0}$

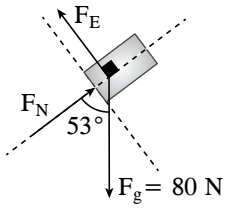
Problemas resueltos

1. Determine el módulo de la fuerza elástica sobre el bloque de 8 kg que se encuentra en equilibrio. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

DCL (bloque)



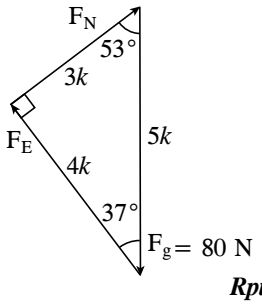
Se forma un triángulo de fuerzas

$80 = 5k$

$k = 16$

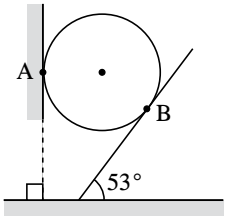
$F_E = 4 \times 16$

$F_E = 64$ N



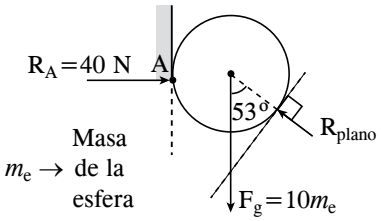
Rpta.: 64 N

2. La esfera lisa se encuentra en equilibrio en la posición mostrada. Si la reacción en A es de 40 N, determine la masa de la esfera. ($g = 10$ m/s^2)

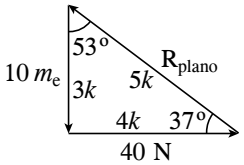


Resolución

DCL (esfera)



Tres fuerzas forman un triángulo.

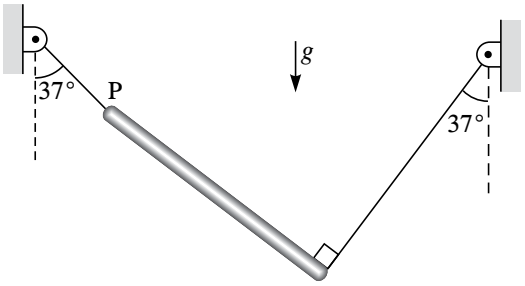


Del triángulo de fuerzas

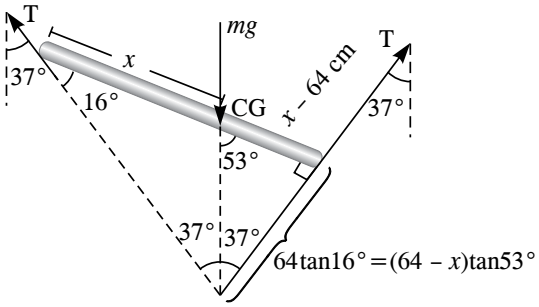
$$40 = 4k$$
$$k = 10$$
$$\therefore\ \cancel{10}\,m_e = \cancel{10} \times 3$$
$$m_e = 3 \text{ kg}$$

Rpta.: 3 kg

3. Un tubo liso de 64 cm de longitud, permanece colgado mediante una cuerda que pasa por su interior. Determine la distancia desde el punto P al centro de gravedad del tubo.



Resolución

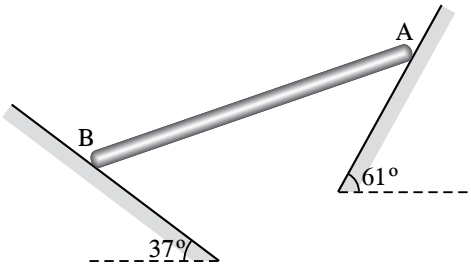


- Haciendo el DCL notamos que las fuerzas son concurrentes.
- El centro de gravedad (CG) es colineal al punto de concurrencia.
- De la figura, se deduce que

$$64 \tan 16° = (64 - x) \tan 53°$$
$$64 \times \frac{7}{24} = (64 - x)\frac{4}{3}$$
$$\therefore\ x = 50 \text{ cm}$$

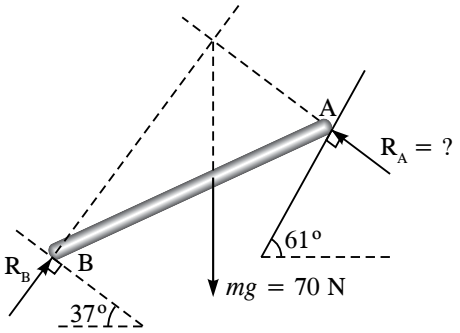
Rpta.: 50 cm

4. La barra lisa que se muestra está en reposo y es de 7 kg. Determine el módulo de la reacción en A. ($g = 10$ m/s^2)

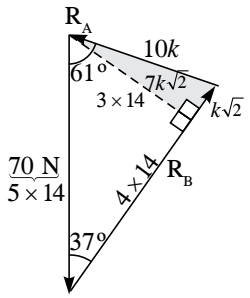


Resolución

DCL de la barra



Formamos el triángulo de fuerzas.



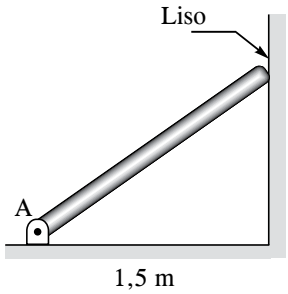
Del triángulo: $R_A = 10k$

Pero: $7k\sqrt{2} = 3 \times 14 = 42 \rightarrow k = 3\sqrt{2}$

$\therefore R_A = 30\sqrt{2}$ N

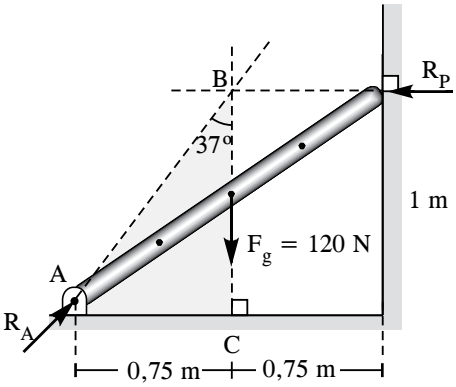
Rpta.: $30\sqrt{2}$ N

5. La figura muestra una barra rígida de 120 N apoyada en la pared y articulada en A. Determine el módulo de la fuerza que ejerce la articulación a la barra.

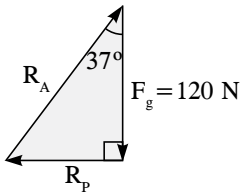


Resolución

Antes de hacer el DCL de la barra, se nota que sobre ella actúan solo tres fuerzas y como no son paralelas sus líneas de acción se deben intersecar en un punto.



➢ Observe que con las tres fuerzas se formará el polígono vectorial cerrado que en este caso resulta ser un triángulo rectángulo semejante al triángulo sombreado ABC.



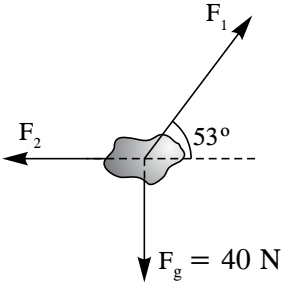
Del ◿ notable

$R_A = 150$ N

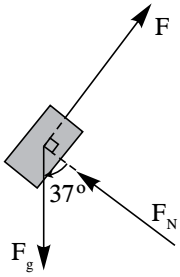
Rpta.: 150 N

Helicopráctica

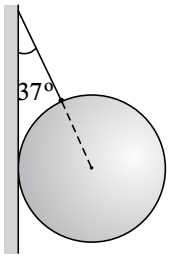
1. Se muestra el DCL de un cuerpo en equilibrio. Construya el triángulo de fuerzas y determine el módulo de la fuerza F_1 y F_2.



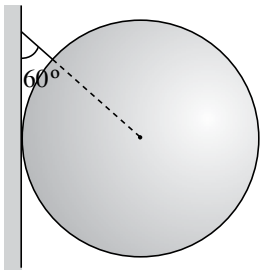
2. Determine el módulo de la fuerza F en el DCL que se muestra del bloque de 6 kg que está en equilibrio. (g = 10 m/s^2)



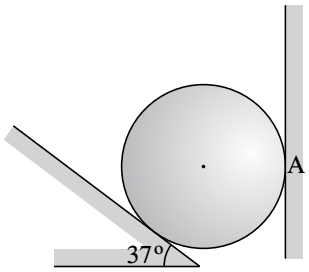
3. La esfera lisa de 2,4 kg se encuentra en equilibrio. Determine el módulo de la fuerza normal de la pared sobre dicha esfera. (g = 10 m/s^2)



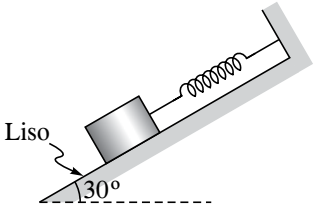
4. La esfera lisa de 4 kg se encuentra en equilibrio. Determine el módulo de la tensión en la cuerda. (g = 10 m/s^2)



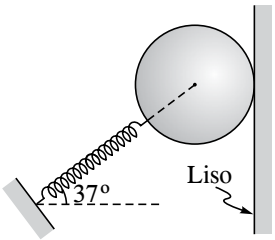
5. La esfera lisa se encuentra en equilibrio en la posición mostrada. Si la reacción en A es de 60 N, determine la masa de la esfera. (g = 10 m/s^2)



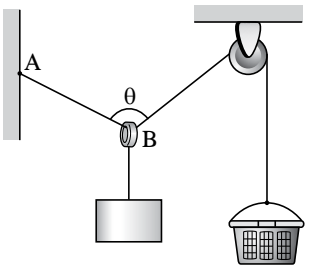
6. Determine el módulo de la fuerza elástica si el bloque de 6 kg se encuentra en reposo. (g = 10 m/s^2)



7. Determine el módulo de la fuerza elástica si la esfera de 3 kg se encuentra en equilibrio. (g = 10 m/s^2)



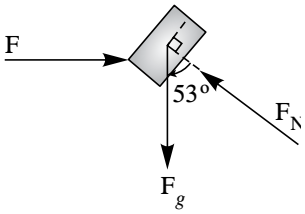
8. Con la intención de levantar un bloque de 50 kg, se diseña el siguiente sistema. Una cuerda fija en A pasa por una argolla lisa en B y en su otro extremo se coloca una canasta de 5 kg. Si se van colocando, en la canasta, ladrillos de 5 kg de cada uno, determine la cantidad de ladrillos que debe contener la canasta para que en el equilibrio la medida del ángulo θ sea 120°. (g = 10 m/s^2)



Helicotaller

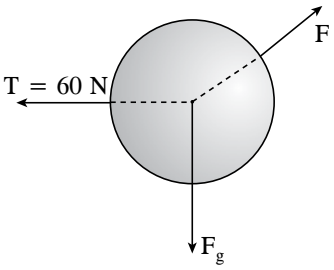
Nivel I

1. Se muestra el DCL de un bloque de 3 kg que se encuentra en reposo. Determine el módulo de la fuerza horizontal F. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

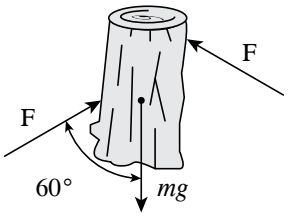
2. Se muestra el DCL de la esfera homogénea de 8 kg que está en reposo. Determine el módulo de la fuerza F.



Resolución

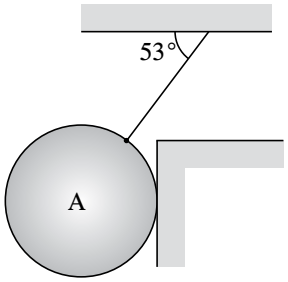
Nivel II

3. Si el tronco de 5 kg, cuyo DCL se muestra, está en equilibrio mecánico. Determine la fuerza F. ($g = 10$ m/s^2)



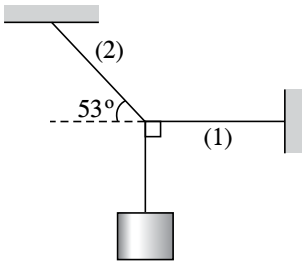
Resolución

4. Determine el módulo de la fuerza de la pared, sobre la esfera de masa 8 kg que está en reposo. (Considere superficies lisas, $g = 10$ m/s^2).



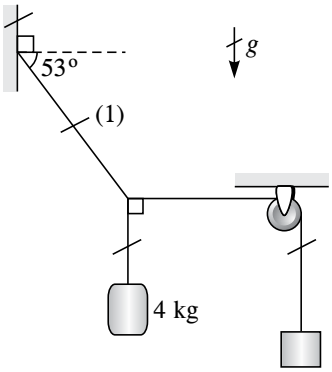
Resolución

5. Determine el módulo de la tensión en las cuerdas (1) y (2) si el bloque de 6 kg está en equilibrio. (g = 10 m/s^2)



Resolución

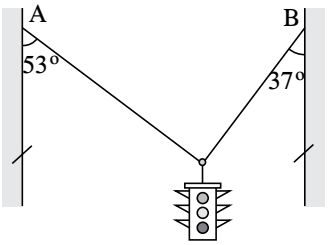
6. Determine el módulo de la tensión de la cuerda (1) si el sistema está en equilibrio mecánico. (g = 10 m/s^2)



Resolución

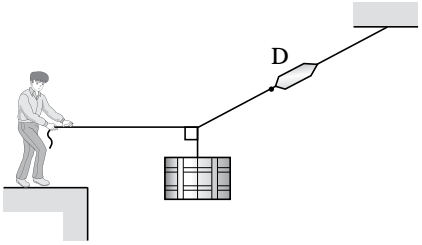
Nivel III

7. Determine el módulo de la tensión en los cables A y B si el semáforo tiene una masa de 10 kg. (g = 10 m/s^2)



Resolución

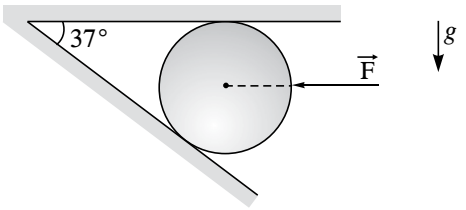
8. El dinamómetro (D) es un instrumento mecánico que mide la fuerza que se le ejerce. Si una persona desea mantener en reposo al cajón de 60 kg y ejerciendo una fuerza horizontal de 800 N, determine cuánto marca el dinamómetro. (g = 10 m/s^2)



Resolución

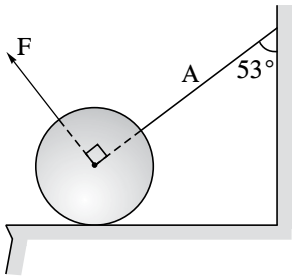
Helicodesafío

1. Determine el módulo de la fuerza horizontal $\vec{F}$ si la esfera lisa, de 8 kg, está a punto de perder contacto con el techo. (g = 10 m/s^2)



A) 30 N B) 45 N C) 60 N
D) 70 N E) 80 N

2. Determine la tensión en la cuerda A si la esfera es de 10 kg y está a punto de elevarse. (g = 10 m/s^2)

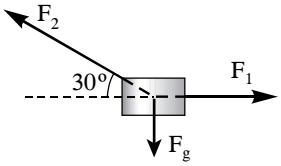


A) 30 N B) 40 N C) 60 N
D) 80 N E) 100 N

Helicorreto

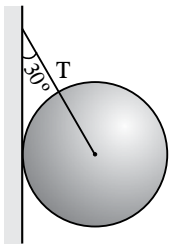
1. El gráfico muestra el DCL de un bloque de 1,4 kg en equilibrio. Determine la fuerza F_2. (g = 10 m/s^2)

A) 7 N
B) 14 N
C) 15 N
D) 21 N
E) 28 N



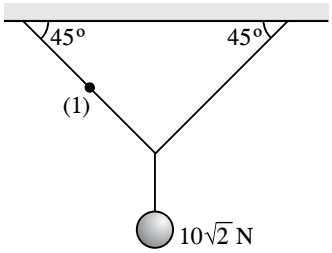
2. En la figura, determine el módulo de la tensión en la cuerda si la esfera es de 30 kg. La pared es lisa. (g = 10 m/s^2)

A) $100\sqrt{3}$ N
B) 150 N
C) 200 N
D) $150\sqrt{3}$ N
E) $200\sqrt{3}$ N



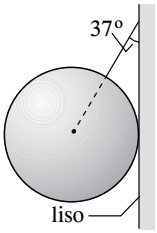
3. Si el sistema está en equilibrio, determine el módulo de la tensión en (1).

A) 10 N
B) 20 N
C) 30 N
D) 40 N
E) 50 N



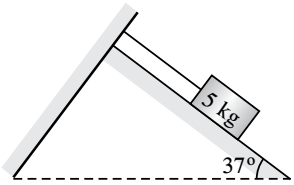
4. La esfera homogénea es de 10 kg y está en reposo. ¿Qué módulo tiene la reacción de la pared? (g=10 m/s^2)

A) 30 N
B) 60 N
C) 75 N
D) 90 N
E) 120 N



5. Determine el módulo de la reacción del plano inclinado sobre el bloque. (g=10 m/s^2)

A) 50 N
B) 40 N
C) 30 N
D) 10 N
E) 60 N



Helicotarea

Nivel I

1. Con las fuerzas mostradas, forme el triángulo de fuerzas considerando que el bloque se encuentra en equilibrio y determine el módulo de la fuerza F_2.

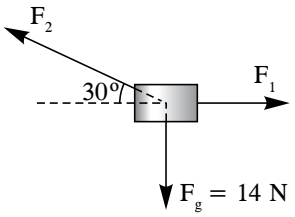
A) 25 N

B) 28 N

C) 40 N

D) 50 N

E) 75 N



2. El gráfico muestra el DCL de un bloque de 1,2 kg en equilibrio. Determine el módulo de la fuerza F_1. (g = 10 m/s^2)

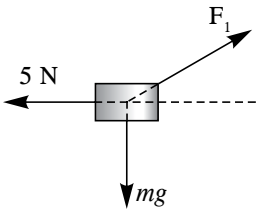
A) 6 N

B) 8 N

C) 10 N

D) 12 N

E) 13 N



3. La esfera lisa de 12 kg está en equilibrio. Determine el módulo de la fuerza elástica. (g = 10 m/s^2)

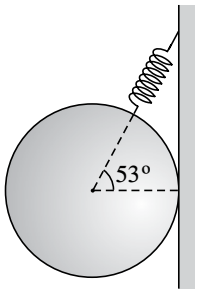
A) 90 N

B) 100 N

C) 120 N

D) 150 N

E) 160 N



Nivel II

4. Si el bloque de 6 kg se encuentra en equilibrio, determine el módulo de la tensión en la cuerda. (g = 10 m/s^2)

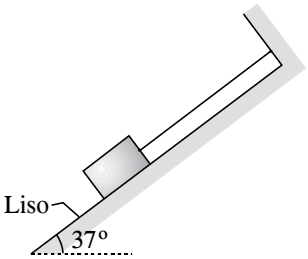
A) 30 N

B) 36 N

C) 40 N

D) 48 N

E) 60 N



5. La esfera homogénea es de 15 kg y está en reposo. ¿Qué módulo tiene la fuerza horizontal $\vec{F}$? (g = 10 m/s^2)

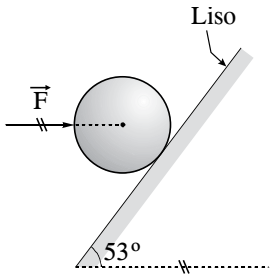
A) 90 N

B) 100 N

C) 120 N

D) 150 N

E) 200 N



6. Si el bloque de 12 kg se encuentra en equilibrio, determine el módulo de la tensión de la cuerda B. (g = 10 m/s^2)

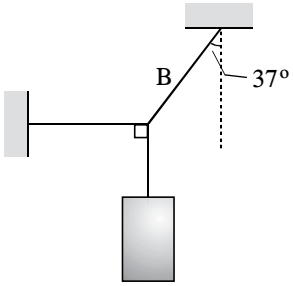
A) 90 N

B) 100 N

C) 120 N

D) 150 N

E) 180 N



Nivel III

7. Si el bloque de 24 kg se encuentra en equilibrio, ¿qué módulo tiene la fuerza horizontal $\vec{F}$? (g = 10 m/s^2)

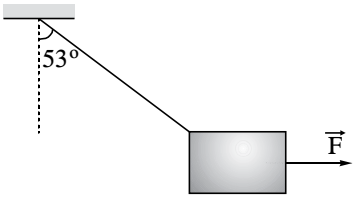
A) 240 N

B) 300 N

C) 320 N

D) 360 N

E) 480 N



8. Una barra de 1 kg se encuentra en reposo sobre superficies lisas. Determine el módulo de la reacción en B. (g = 10 m/s^2)

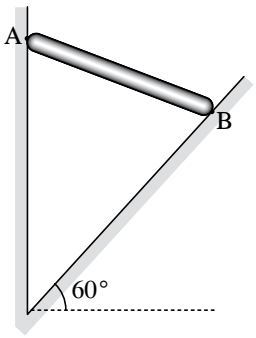
A) 5 N

B) 10 N

C) 15 N

D) 20 N

E) 25 N



ESTÁTICA III: FUERZA DE ROZAMIENTO

CAPÍTULO 3

Aprendizajes esperados

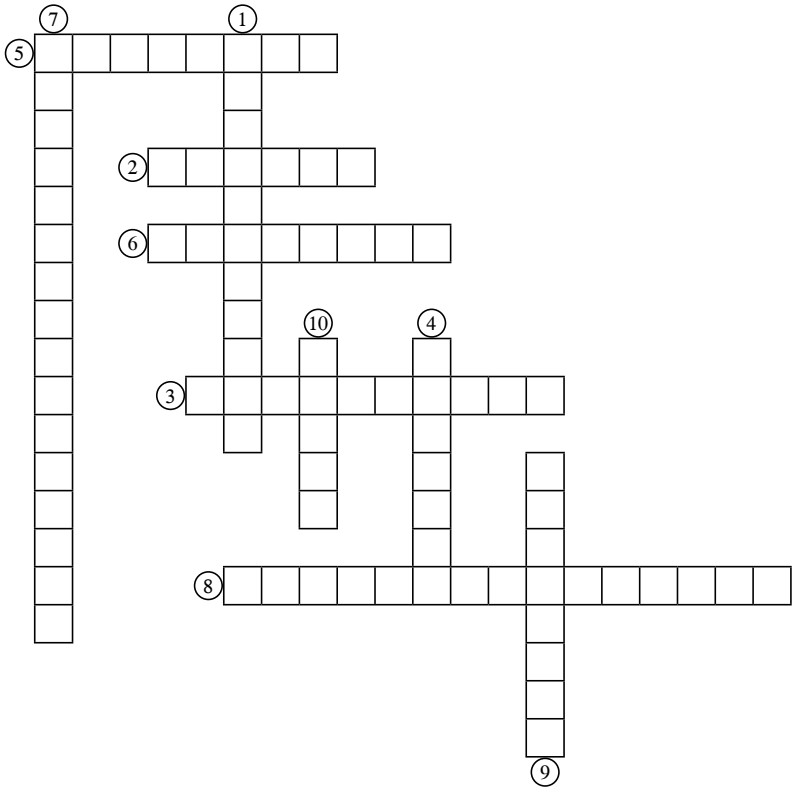
- Conoce y entiende los efectos de la fricción.
- Determina la fuerza de rozamiento.

Helicocuriosidades

Fisigrama

Veamos: ¿Qué tanto sabes de estática?

1. Acción mutua entre dos cuerpos.
2. Medida de la interacción.
3. Fuerza que se opone al posible deslizamiento.
4. Fuerza que surge en las cuerdas y cables.
5. Cuando un cuerpo está con velocidad constante indicamos que tiene equilibrio _____.
6. Fuerza que surge en los cuerpos elásticos deformados.
7. Punto de aplicación de la fuerza de gravedad.
8. A la tercera ley de Newton también se le conoce como la ley de _____.
9. Fuerza con la cual la Tierra atrae a todos los cuerpos de su entorno.
10. Las fuerzas surgen en _____.

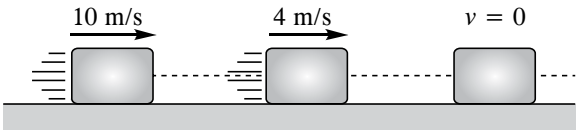


Helicoteoría

FUERZA DE ROZAMIENTO

Definición

El rozamiento se refiere a la oposición que siempre está presente en el deslizamiento que ocurre cuando dos materiales o medios están en contacto uno con el otro. Esta resistencia ocurre para todos los tipos de medios: sólidos, líquidos y gaseosos; y se caracterizan con **la fuerza de rozamiento**. Hasta ahora hemos ignorado en general todos los tipos de rozamiento (incluyendo el rozamiento debido al aire) en los ejemplos y los problemas; por simplicidad. Ahora que ya sabemos cómo describir el movimiento mecánico de los cuerpos cuando estos describen una trayectoria rectilínea, estamos listos para considerar las situaciones reales, en las que se incluyen los efectos del rozamiento; como por ejemplo, al lanzar un bloque sobre una superficie horizontal con cierta velocidad tal como se muestra; el módulo de su velocidad va disminuyendo al transcurrir el tiempo hasta detenerse.

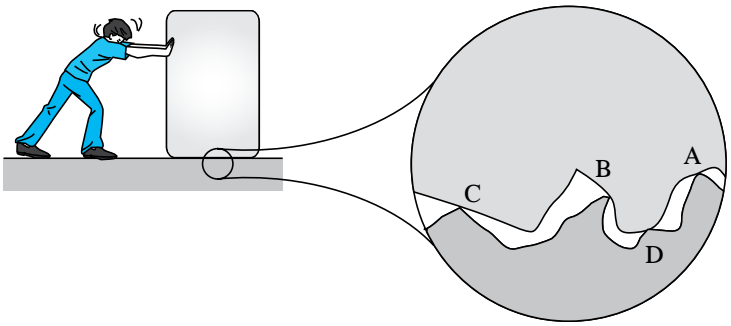


Otro ejemplo que se analizará es el porqué al empujar o jalar a un bloque que se encuentre en reposo mediante una determinada fuerza, este bloque sigue en reposo.

La persona empuja al bloque y este se encuentra en reposo.

La persona empuja con más intensidad al bloque y este sigue en reposo.

Los dos ejemplos anteriores se refieren principalmente al rozamiento entre superficies sólidas. Todas las superficies son microscópicamente rugosas, no importa cuán lisas se sientan o parezcan estar. En un principio, se creía que el rozamiento se debía principalmente al entrelazamiento de las irregularidades o asperezas entre las superficies. Pero investigaciones recientes han demostrado que el rozamiento entre las superficies de sólidos ordinarios (en particular de los metales) en contacto, se debe principalmente a una adhesión local. Ya que cuando las superficies se presionan una contra otra, ocurre una soldadura o unión local en unas cuantas zonas donde las asperezas hacen contacto. Para superar esta adhesión local, se debe aplicar una fuerza suficientemente grande como para separar las regiones unidas; durante el lapso de tiempo que se tarda para separar a estas regiones, surge el rozamiento estático.

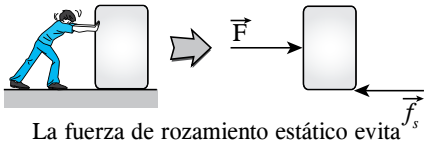


En las zonas A, B, C y D existe adhesión local.

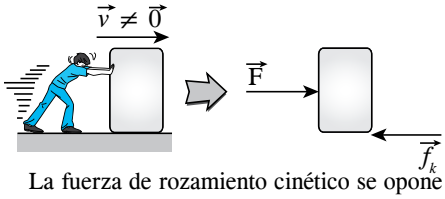
Una vez que las superficies en contacto están en movimiento relativo surge el rozamiento cinético.

Tipos de rozamiento

Ahora consideremos la fuerza de rozamiento sobre objetos que se encuentran en reposo y objetos que se están deslizando, a estas fuerzas de rozamiento se les denominan: **fuerza de rozamiento estática** y **fuerza de rozamiento cinético** (o de **deslizamiento**). Experimentalmente se ha demostrado que el módulo de la fuerza de rozamiento depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto y del módulo de la fuerza con la que las superficies están presionadas a una contra otra (fuerza de reacción normal: F_N). Además, la dirección de estas fuerzas de rozamiento es opuesta a la dirección del posible deslizamiento en el caso del rozamiento estático u opuesta al deslizamiento en el caso del rozamiento cinético. La fuerza de rozamiento se representa con un vector tangente a las superficies en contacto.



La fuerza de rozamiento estático evita el posible deslizamiento.



La fuerza de rozamiento cinético se opone al deslizamiento.

La fuerza de rozamiento estático presenta un módulo variable y esto ¿por qué?; para responder a esto analizaremos el caso en que una persona empuja un archivero y este no desliza; entonces sin movimiento la fuerza resultante es cero y por tanto

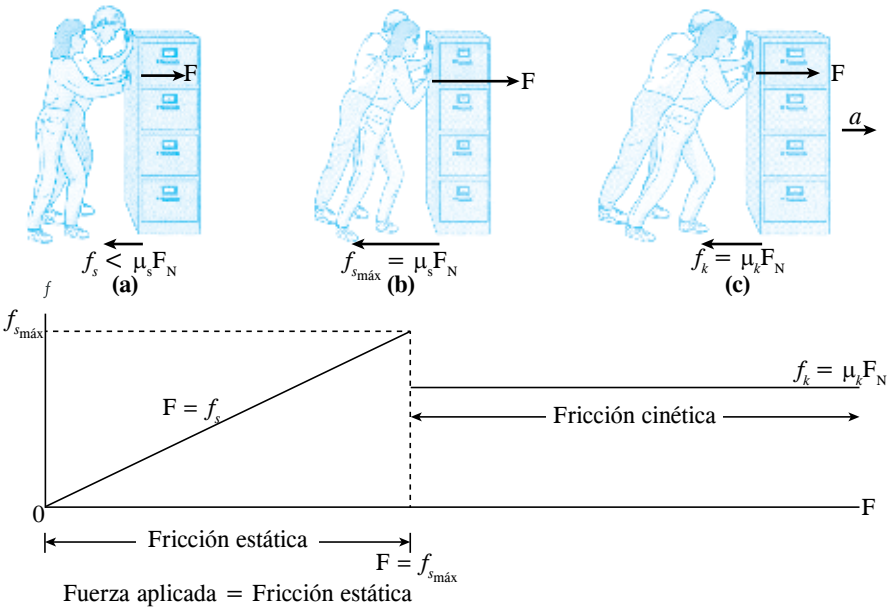
$$F - f_s = 0 \quad \rightarrow \quad F = f_s$$

Ahora una segunda persona también empuja y el archivero aún no desliza; entonces debe incrementarse f_s dado que se ha incrementado la fuerza aplicada. Finalmente, si la fuerza aplicada es suficientemente grande para vencer el rozamiento estático; el archivero deslizará. El mayor módulo de la fuerza de rozamiento estático se obtiene justamente un momento antes de que el archivero empiece a deslizar; a esta situación le denominaremos **deslizamiento inminente**; y el módulo de la **fuerza de rozamiento estático máximo** ($f_{s_{máx}}$) se determinará con

$$\boxed{f_{s_{máx}} = \mu_s F_N}$$

donde μ_s: coeficiente de rozamiento estático

F_N: módulo de la fuerza de reacción normal



Recuerda

Fuerza de fricción contra fuerza aplicada (a) En la región estática de la gráfica, a medida que aumenta la fuerza F que se aplica, aumenta f_s; esto es, $F = f_s$ y $f_s < m_s F_N$. **(b)** Cuando la fuerza aplicada F excede $f_{s_{máx}} = m_s F_N$, el archivero se pone en movimiento. **(c)** Una vez que el gabinete se mueve, la fuerza friccional disminuye, ya que la fricción estática ($f_{s_{máx}} > f_k$). Así, si la fuerza aplicada se mantiene en $F = f_{s_{máx}}$, habrá una fuerza neta y el archivero se acelerará. Para que el archivero se mueva con velocidad constante, la fuerza aplicada debe ser reducida a $F = f_k$.

Una vez que el archivero, está deslizándose, surge la fuerza de rozamiento cinético (f_k), cuyo módulo se determina con

$$\boxed{f_k = \mu_k F_N}$$

donde μ_k: coeficiente de rozamiento cinético

F_N: módulo de la fuerza de reacción normal

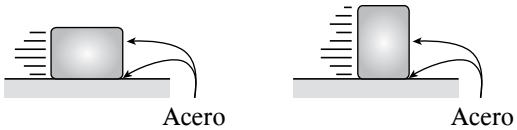
Por lo general, se verifica que

$$\mu_s > \mu_k$$

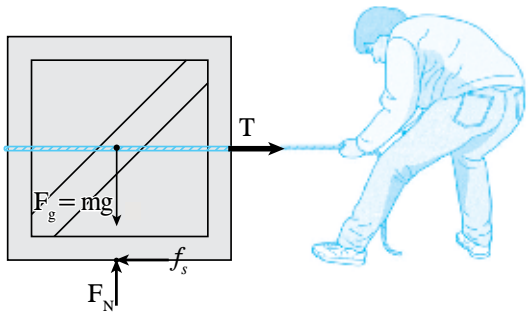
para dos superficies, lo cual significaría que

$$f_{s_{máx}} = f_k$$

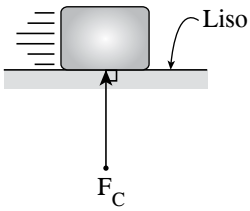
También se ha determinado experimentalmente que los coeficientes de rozamiento y por ende los módulos de la fuerza de rozamiento son casi independientes del área de contacto entre las superficies metálicas. Esto significará que el módulo de la fuerza de rozamiento entre un bloque de metal en forma de ladrillo y una superficie metálica es la misma aunque el bloque esté sobre uno de sus lados mayores o más pequeños.



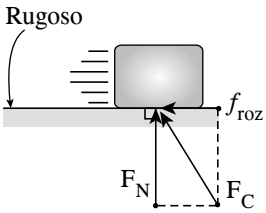
En ambos casos el módulo de fuerza de rozamiento es el mismo.



La fuerza de contacto entre superficies



En superficies lisas la fuerza de contacto es normal a la superficie.



En superficies rugosas la fuerza de contacto tiene dos componentes llamadas

F_N: fuerza normal

f_{roz}: fuerza de rozamiento

donde

$$F_C = \sqrt{F_N^2 + f_{roz}^2}$$

Helicosíntesis

FUERZA DE ROZAMIENTO

Tiene características

Es contraria

- Al deslizamiento
- Al intento de resbalar

Se presenta

Entre superficies ásperas en contacto que deslizan o intentan hacerlo

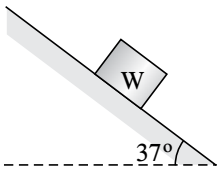
tipos

* ROZAMIENTO ESTÁTICO (cuando no resbala)

* ROZAMIENTO CINÉTICO (hay resbalamiento)

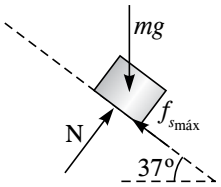
Problemas resueltos

1. Determine el coeficiente de fricción μ si el bloque W está a punto de resbalar sobre el plano inclinado de 37°. (UNFV 2008-II)

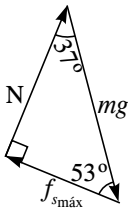


Resolución

Del bloque



Del DCL del bloque, por equilibrio, construimos un triángulo.



Haciendo

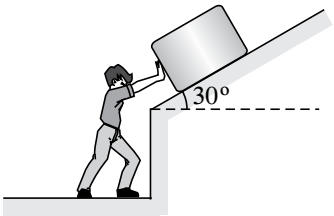
$$\tan 37° = \frac{f_{s_{máx}}}{N}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{\mu_s \cancel{N}}{\cancel{N}}$$

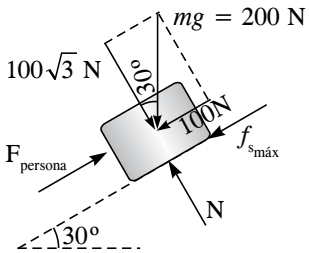
$$\therefore \quad \mu_s = \frac{3}{4} = 0,75$$

Rpta.: 0,75

2. ¿Qué fuerza debe aplicar la persona a la caja representada en la fuerza para que no resbale? El peso de la caja es 200 N y el coeficiente de rozamiento con el plano es $\frac{\sqrt{6}}{3}$. (XXI Olimpiada de Física-Colombia)



Resolución

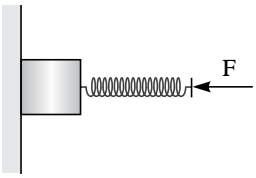


Del DCL del bloque, por equilibrio hacemos

$$F_{persona} = f_{s_{máx}} + 100\ N$$
$$F_{persona} = \mu_s N + 100\ N$$
$$F_{persona} = \frac{\sqrt{6}}{3} \times 100\sqrt{3} + 100\ N$$
$$F_{persona} = 100\underbrace{\sqrt{2}}_{1,41} + 100\ N$$
$$\therefore F_{persona} = 241\ N$$

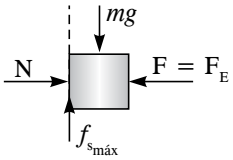
Rpta.: 241 N

3. Un bloque de 500 g de masa en equilibrio es presionado a la pared mediante un resorte de constante de elasticidad 10 N/cm, como se indica en la figura. Si el coeficiente de fricción estática entre el bloque y la pared es 0,25, la mínima distancia que se debe comprimir el resorte para que el bloque permanezca en equilibrio es (g = 9,81 m/s^2)



Resolución

DCL del bloque



- La mínima distancia o deformación x que experimenta el resorte es aquella que permite que se mantenga a punto de resbalar.
- Del DCL, por equilibrio

$$\underbrace{F_E}_{kx} = N$$
$$kx = N \ldots (I)$$

- Pero $\underbrace{f_{s_{máx}}}_{\mu_s N} = mg$

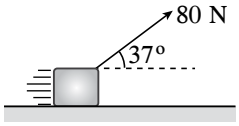
$$\mu_s N = mg$$
$$N = \frac{mg}{\mu_s}$$

- En (I) $kx = mg/\mu_s$

$$x = \frac{mg}{\mu_s k} = \frac{0,5 \times 9,81}{0,25 \times 10}$$
$$\therefore\ x = 1,96\ cm$$

Rpta.: 1,96 cm

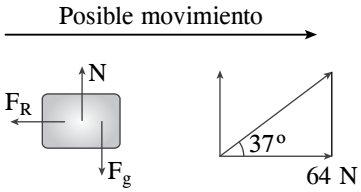
4. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque está en equilibrio.



Resolución

DCL (bloque)

F_R: fuerza de rozamiento

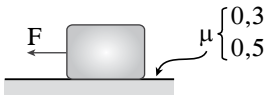


Equilibrio en x

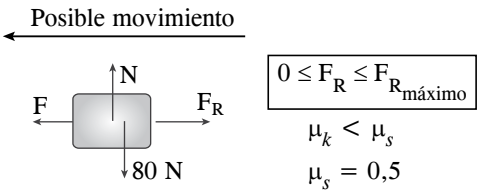
$$F_R = 64\ N$$

Rpta.: 64 N

5. Determine el módulo de la fuerza F si el bloque de 8 kg está a punto de deslizar. (g = 10 m/s^2)



Resolución



- Del eje X, equilibrio: N = 80 N
- Del eje Y, si desde este punto se desliza la F_R será máxima

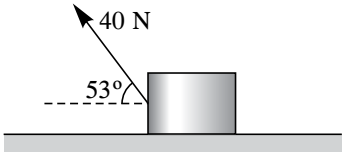
$$F_R = \mu_s N$$
$$F_R = 0,5 \times 80$$
$$F_R = 40\ N$$

Rpta.: 40 N

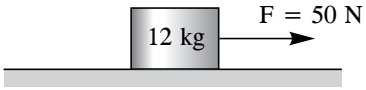
Helicopráctica

1. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque está en equilibrio. Indique también la dirección de dicha fuerza.

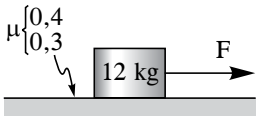
2. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque está en equilibrio.



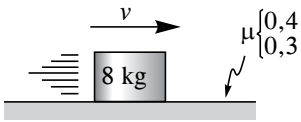
3. Determine el módulo de la fuerza de contacto con el piso si el bloque está en reposo.



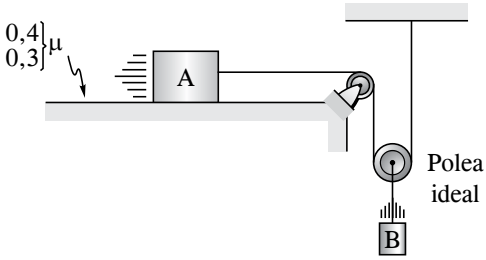
4. Determine el módulo de la fuerza F si el bloque de 12 kg está a punto de deslizar. (g = 10 m/s^2)



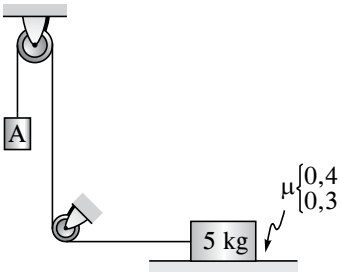
5. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento entre el bloque y el piso.



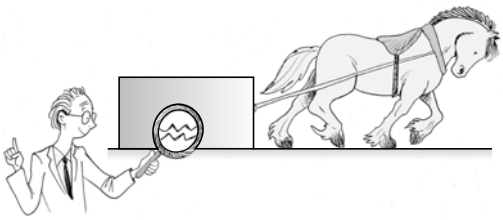
6. Si el bloque A de 5 kg desliza a velocidad constante, determine la masa del bloque B. (g = 10 m/s^2)



7. El bloque A de la figura está a punto de bajar. Determine su masa. (g = 10 m/s^2)



8. La fuerza de rozamiento, es una fuerza que se opone al deslizamiento entre superficies, por ejemplo, cuando el caballo que se muestra jala una caja, se manifiesta en ambos cuerpos. Grafique la fuerza de rozamiento sobre la caja y sobre las patas del caballo.



Helicotaller

Nivel I

1. Para que exista fuerza de rozamiento o fricción entre dos superficies en contacto, ¿qué condiciones deben darse?

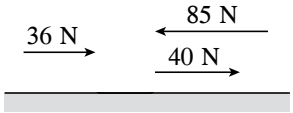
I. Ambas ser ásperas e intentar resbalar entre sí.

II. Una, ser lisa y la otra áspera, y resbalar entre sí.

III. Ambas deben ser rugosas y resbalar entre sí.

Respuesta

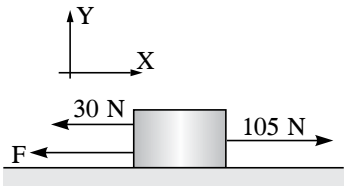
2. El ladrillo mostrado permanece en reposo. Determine el módulo de la figura de rozamiento por parte del piso.



Resolución

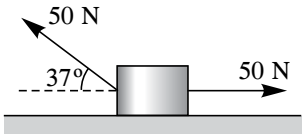
Nivel II

3. Si el bloque mostrado permanece en reposo y experimenta por parte del piso una fuerza de rozamiento $-15\hat{i}$ N, determine la fuerza F.



Resolución

4. Del gráfico, determine el módulo de la fuerza de rozamiento, para que el bloque se encuentre en reposo.

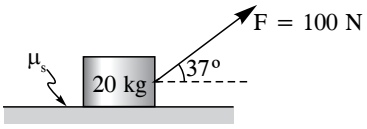


Resolución

5. Si el bloque está en reposo, determine el módulo de la fuerza de contacto con el piso.

Resolución

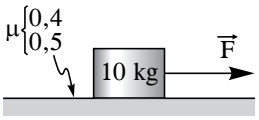
7. Si el bloque está a punto de resbalar, determine el coeficiente de rozamiento estático. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

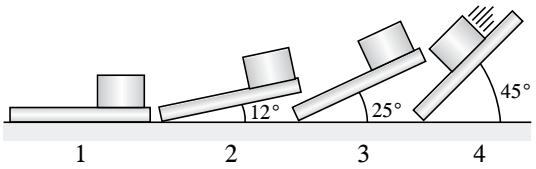
Nivel III

6. Si el bloque de 10 kg está a punto de resbalar, determine el módulo de $\vec{F}$. ($g = 10$ m/s^2)



Resolución

8. Según la experiencia que se muestra podemos afirmar que



I. En el caso 4 el bloque se vuelve mas pesado.

II. En el caso 1, 2 y 3 la fuerza de rozamiento es de igual módulo.

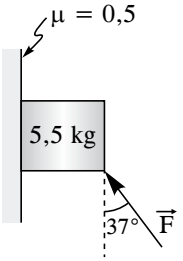
III. En el caso 1 no hay fuerza de rozamiento.

IV. En el caso 4 no hay fuerza de rozamiento.

Resolución

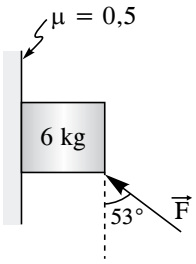
Helicodesafío

1. Si el bloque de 5,5 kg esta por deslizar hacia abajo, ¿cuál es el módulo de la fuerza?



A) 40 N B) 45 N C) 50 N
D) 55 N E) 60 N

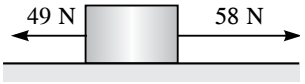
2. El bloque de 6 kg que se muestra esta por deslizar hacia arriba. Determine el módulo de la fuerza $\vec{F}$. (g = 10 m/s^2)



A) 100 N B) 200 N C) 300 N
D) 400 N E) 500 N

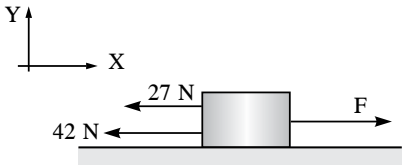
Helicorreto

1. Determine el módulo y dirección de la fuerza de rozamiento del piso sobre el bloque inmóvil.



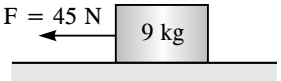
A) 9 N (→) B) 18 N (→) C) 9 N (←)
D) 20 N (←) E) 19 N (→)

2. Si el bloque mostrado permanece en reposo y experimenta por parte del piso una fuerza de rozamiento $+19\ \hat{i}$ N, determine el módulo de la fuerza horizontal $\vec{F}$.



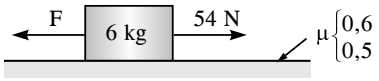
A) 40 N B) 50 N C) 60 N
D) 80 N E) 100 N

3. Si el bloque mostrado está a punto de resbalar, determine el módulo de la fuerza de reacción del piso sobre dicho bloque. (g= 10 m/s^2)



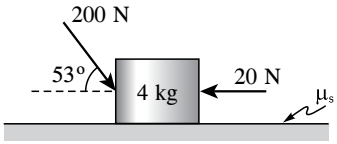
A) 50 N B) $45\sqrt{5}$ N C) $90\sqrt{5}$ N
D) $45\sqrt{2}$ N E) 60 N

4. Si el bloque mostrado está a punto de resbalar a la izquierda, determine la fuerza F. (g = 10 m/s^2)



A) 90 N B) 100 N C) 120 N
D) 72 N E) 64 N

5. El bloque de 4 kg está a punto de deslizar. Determine el coeficiente de rozamiento. (g = 10 m/s^2)

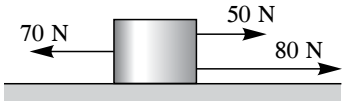


A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$
D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{1}{6}$

Helicotarea

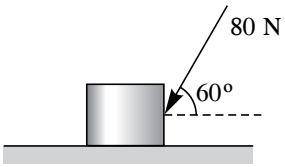
Nivel I

1. Determine la fuerza de rozamiento si el bloque está en equilibrio.



A) 60 N (→) B) 60 N (←) C) 70 N (→)
D) 80 N (←) E) 90 N (→)

2. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque está en equilibrio.



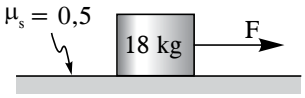
A) 10 N B) 20 N C) 30 N
D) 40 N E) 50 N

3. Determine el módulo de la reacción del piso sobre el bloque de 8 kg que está a punto de deslizar. ($g = 10$ m/s^2)

A) 60 N B) 70 N C) 80 N
D) 90 N E) 100 N

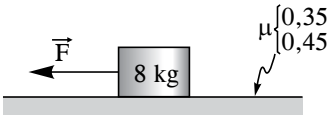
Nivel II

4. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque de 18 kg está a punto de deslizar. ($g = 10$ m/s^2)



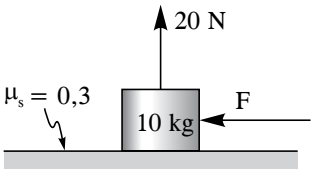
A) 45 N B) 90 N C) 135 N
D) 180 N E) 120 N

5. Si el bloque de 8 kg que se muestra está a punto de deslizar, determine el módulo de la fuerza $\vec{F}$. ($g = 10$ m/s^2)



A) 16 N B) 14 N C) 28 N
D) 36 N E) 80 N

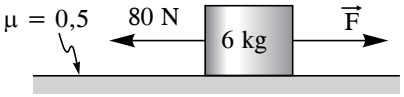
6. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento si el bloque de 10 kg está a punto de deslizar. ($g = 10$ m/s^2)



A) 60 N B) 20 N C) 36 N
D) 30 N E) 24 N

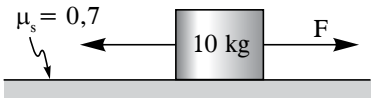
Nivel III

7. Si el bloque de 6 kg está a punto de deslizar hacia la derecha, determine el módulo de la fuerza $\vec{F}$. ($g = 10$ m/s^2)



A) 50 N B) 80 N C) 110 N
D) 120 N E) 150 N

8. El bloque de 10 kg está en equilibrio. Indique cuál no puede ser un valor de la fuerza de rozamiento estático. ($g = 10$ m/s^2)



A) 30 N B) 38 N C) 70 N
D) 100 N E) 68 N